

Komponente einer Strömungsmaschine mit
Inspektionsöffnung

Technisches Anwendungsgebiet

Die vorliegende Erfinlung betrifft eine Komponente
5 einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine,
die Kühlkanäle für ein Kühlmedium sowie zumindest eine
Inspektionsöffnung aufweist, durch die hindurch eine
Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird,
sowie ein Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung
10 des Inneren einer derartigen Komponente.

Moderne Hochtemperaturgasturbinen erfordern zur
Erzielung eines hohen Wirkungsgrades ein ausgeklügeltes
Kühlsystem, insbesondere zur Kühlung der hochbelasteten
15 Turbinenschaufeln. Die Turbinenschaufeln weisen hierfür
einen oder mehrere als Hohlraum ausgebildete Kammern
und/oder Kanäle auf, über die den Schaufeln von der
Seite des Rotors ein Kühlmedium zugeführt werden kann.
Im Anströmbereich der Turbinenschaufeln an deren
20 Vorderkante sind hierbei in der Regel zahlreiche
Kühlluftbohrungen vorgesehen, durch die das Kühlmedium
vom Inneren der Schaufel nach außen treten kann. Auf
der Oberfläche bildet sich in diesem Bereich ein
Kühlluftfilm, der die Turbinenschaufel vor einer zu
25 starken Erwärmung schützt. In gleicher Weise sind auch
entsprechende Kühlluftbohrungen an der Hinterkante der
Turbinenschaufel vorhanden.

Ein Problem stellt bei derartigen hohlen
30 Komponenten, wie beispielsweise Turbinenschaufeln oder

- 2 -

- Brennkammerelementen, die häufig aus einem Stück gegossen werden, die schlechte Zugänglichkeit des Inneren dieser Komponenten dar. Sie lassen sich daher in der Regel nur schlecht beispielsweise auf innere
- 5 Beschädigungen wie Risse oder Schmutzablagerungen inspizieren.

Stand der Technik

- Zur Vermeidung dieser Problematik ist es
- 10 beispielsweise aus der DE 198 01 804 A1 bekannt, zusätzlich zu den in jedem Falle erforderlichen Kühlluftbohrungen eine oder mehrere Inspektionszugangsoffnungen in die äußere Wand der Turbinenschaufel einzubringen, durch die hindurch das
- 15 Schaufelinnere mit einem entsprechenden Inspektionswerkzeug untersucht werden kann. Eine derartige Inspektionsöffnung bzw. Inspektionszugangsoffnung ermöglicht auch die Inspektion einer bereits eingebauten Turbinenschaufel sowie die Reinigung des
- 20 Inneren der Turbinenschaufel von Schmutzablagerungen, die zur Verstopfung der sehr engen Kühlluftbohrungen führen können. Die genannte Druckschrift sieht hierfür die Einführung eines speziellen Reinigungswerkzeuges durch die Inspektionszugangsoffnungen vor.
- 25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine hohle Komponente einer Strömungsmaschine derart weiterzubilden, dass sowohl die Inspektion als auch eine Verminderung der Gefahr einer Verstopfung der
- 30 Kühlluftbohrungen in einfacher Weise realisiert werden können.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe wird mit der Komponente gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Komponente sind Gegenstand der Unteransprüche.

5 Patentanspruch 6 gibt weiterhin ein Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung des Inneren einer gemäß Patentanspruch 1 ausgestalteten Komponente an.

Die erfindungsgem  e Komponente mit Kühlkanälen
10 für ein Kühlmedium sowie zumindest einer Inspektions-
Öffnung, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren
der Komponente ermöglicht wird, zeichnet sich dadurch
aus, dass die Inspektionsöffnung derart an der
Komponente angeordnet und dimensioniert ist, dass sie
15 gleichzeitig eine Staubaustragsöffnung für im
Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel
bildet.

Unter einer Staubaustragsöffnung ist hierbei eine
20 Öffnung in der Wand der Komponente zu verstehen, über
die im Kühlmedium mitgeführte Partikel aufgrund ihrer
Trägheit aus dem Inneren der Komponente austreten. Eine
Staubaustragsöffnung muss daher zwangsläufig an einer
Umlenkung des das Kühlmedium führenden Kanals oder am
25 Ende eines von diesem Kanal an einer entsprechenden
Umlenkung abzweigenden Staubkanals angeordnet sein.
Derartige Staubaustragsöffnungen werden bei Komponenten
von Strömungsmaschinen bereits eingesetzt, um eine
Verstopfung der Kühlkanalbohrungen zu verhindern. Ein
30 Beispiel für eine Ausgestaltung einer Turbinenschaufel
mit einer derartigen Staubaustragsöffnung ist
beispielsweise der US 4,820,122 zu entnehmen. Das
Innere der Turbinenschaufel weist hierbei serpentinen-

RECHTSVORLAGE

artig verlaufende Kühlluftführungen auf. Die Verzweigung in die einzelnen serpentinenartigen Kanäle erfolgt bereits im Bereich des Eintritts der Kühlluft in die Turbinenschaufel am Rotor. In direkter 5 Verlängerung des Eintrittskanals erstreckt sich radial ein geradliniger Kanal der direkt zu einer Staubaustragsöffnung an der Schaufelspitze führt. Die mit der Kühlluft eintretenden Partikel werden aufgrund der Kühlkraft direkt geradlinig radial zu dieser Staubaustragsöffnung befördert, während annähernd schmutzfreie Kühlluft problemlos in die anderen serpentinenartigen Kanäle eintreten kann. Die Schmutzpartikel werden somit durch diese Staubaustragsöffnung bzw. dieses Staubloch aus den Kühlkanälen ins Freie geführt, 10 so dass die eigentlichen Kühlluftbohrungen nicht von den Schmutzpartikeln verstopft werden können.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben nun erkannt, dass Inspektionszugangsöffnungen durch geschickte Anordnung die Funktion von Staubaustragsöffnungen erfüllen können bzw. dass Staubaustragsöffnungen durch geeignete Dimensionierung, insbesondere Vergrößerung als Inspektionszugängsöffnungen dienen können. Die Staubaustragsöffnungen werden hierbei von der Größe und der Lage so ausgelegt, dass sowohl der Schmutz günstig ausgetragen als auch eine Öffnung mit ausreichendem Durchmesser gebildet wird, um ein Boroskop durch diese Öffnung einführen zu können.

30 Diese Inspektionsöffnung oder -bohrung, die gleichzeitig eine Staubaustragsöffnung darstellt, wird vorzugsweise bereits beim Gießen der Komponente berücksichtigt und nicht, wie die Kühlluftöffnungen,

- 5 -

durch nachträgliches Bohren eingebracht. Bei Laufschaufeln sitzt diese Inspektions- und Staubaustragsöffnung bevorzugt in der Nähe der Schaufel spitze. Um die Schaufeln auch im eingebauten Zustand 5 der Maschine inspizieren zu können, sind diese Inspektions- und Staubaustragsöffnungen annähernd parallel zur Maschinenachse angeordnet, wenn das Inspektionswerkzeug im Heißgaspfad der Gasturbine geführt werden soll. Soll das Inspektionswerkzeug 10 radial in die Maschine geführt werden, so ist eine Position an der Schaufel spitze günstiger, bei der die Inspektions- und Staubaustragsöffnung radial zur Maschinenachse verläuft. Durch die erfindungsgemäße Kombination des Staubaustrages und der Inspektions- 15 fähigkeit mit ein und der selben Öffnung werden unnötige Öffnungen vermieden, die einen unerwünschten Verlust an Kühlmedium und somit einen Verlust an Wirkungsgrad hervorrufen können.

20

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens 25 nochmals kurz erläutert. Hierbei zeigen:

30

Fig. 1 schematisch einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist; und

Fig. 2 ein weiteres Beispiel für die Ausgestaltung einer Turbinenschaufel im

- 6 -

Querschnitt, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist.

Wege zur Ausführung der Erfindung

- 5 Figur 1 zeigt im Querschnitt schematisch eine Turbinenschaufel mit Schaufelfuß 1, Plattform 2 sowie Schaufelblatt 3. In dem Querschnitt ist der Hohlkanal 4 zu erkennen, über den der Turbinenschaufel Kühlluft vom Schaufelfuß 1 her zugeführt wird. An der Schaufelspitze
10 10 ist im vorderen Bereich, d. h. im Anströmbereich der Turbinenschaufel eine Staubaustragsöffnung 5 dargestellt, durch die mit dem Kühlmedium mitgeführte Schmutzpartikel aufgrund ihrer Trägheit aus dem Hohlkanal 4 ausgetragen werden. Durch die hohe
15 15 Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums an der bei der Staubaustragsöffnung 5 vorhandenen Umlenkung des Kühlkanals 4 nehmen die Partikel aufgrund ihrer großen Masse den Weg durch die Staubaustragsöffnung 5 und gelangen nicht über die Umlenkung in den weiteren
20 20 Verlauf des Kühlkanals, in dem somit relativ staubfreie Kühlluft strömt. Diese Kühlluft strömt an den Pins 6 vorbei und verlässt die Schaufel über Öffnungen an der Hinterkante, beispielsweise über einen Schlitz. Die Staubaustragsöffnung 5 ist erfindungsgemäß im Durch-
25 25 messer derart groß ausgebildet, dass die Einführung eines Boroskops durch diese Öffnung 5 in das Innere der Turbinenschaufel ermöglicht wird. Auf diese Weise lässt sich das Innere dieser Komponente auch in eingebautem Zustand jederzeit inspizieren.
30 30 Figur 2 zeigt schließlich ein weiteres Beispiel, bei der die Staubaustragsöffnung 5 jedoch nicht in radialer, sondern in axialer Richtung verläuft. Auch

bei diesem Beispiel sind wiederum der Schaufelfuß 1, die Plattform 2 sowie das Schaufelblatt 3 im Querschnitt zu erkennen. Der Kühlkanal 4 verläuft in gleicher Weise wie bei Figur 1. Das Staubloch 5, das in 5 diesem Beispiel parallel zur Maschinenachse verläuft, ermöglicht die Inspektion mit einem im Heißgaspfad geführten Inspektionswerkzeug. Der Mechanismus der Staubaustragung ist der gleiche wie der der Figur 1. In diesem Beispiel nehmen die Schmutzpartikel aufgrund 10 ihrer Trägheit und der hohen Geschwindigkeit des umströmenden Kühlmediums den Weg über den zum Staubloch 5 führenden Kanal 7, während das Kühlmedium problemlos an der Verzweigung in Richtung zur Maschinenachse umgelenkt wird und daher relativ staublos an den 15 Stiften bzw. Pins 6 vorbei zu den Kühlluftöffnungen an der Hinterkante der Schaufel geleitet wird. Das Staubloch 5 bzw. der zu diesem führende Kanal 7 sind hierbei wiederum vom Durchmesser her derart ausgestaltet, dass sie die Einführung eines Inspektions- 20 werkzeuges, insbesonderes eines Boroskops in das Innere der Turbinenschaufel ermöglichen.

- 8 -

Bezugszeichenliste

- 1 Schaufelfuß
 - 2 Plattform
 - 5 3 Schaufelblatt
 - 4 Kühlkanal
 - 5 Staubaustragsöffnung bzw. Inspektionsöffnung
 - 6 Stifte
 - 7 Staubaustragskanal

THE CHINESE IN AMERICA

Patentansprüche

1. Komponente einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine, die Kühlkanäle (4) für ein Kühlmedium sowie zumindest eine Inspektionsöffnung (5) aufweist, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Inspekitionsöffnung (5) derart angeordnet und dimensioniert ist, dass sie eine Staubaustragsöffnung für im Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel bildet.
2. Komponente nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Inspekitionsöffnung (5) derart dimensioniert ist, dass sie die Einführung eines Boroskops ermöglicht.
3. Komponente nach Anspruch 1 oder 2,
die als Laufschaufel für eine Turbine ausgebildet ist, wobei die Inspekitionsöffnung (5) in der Nähe der Schaufel spitze angeordnet ist.
4. Komponente nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Inspekitionsöffnung (5) annähernd parallel zur Maschinenachse verläuft.
5. Komponente nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

- 10 -

dass die Inspektionsöffnung (5) an der Schaufel-
spitze angeordnet ist und in radialer Richtung
verläuft.

- 5 6. Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung des
Inneren einer gemäß Patentanspruch 1 ausgestal-
teten Komponente einer Strömungsmaschine,
insbesondere einer Gasturbine,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass ein Inspektions- und/oder Reinigungswerkzeug
durch die Inspektions- bzw. Staubaustragsöffnung
eingeführt und eine Inspektion und/oder Reinigung
des Inneren der Komponente mit dem Inspektions-
und/oder Reinigungswerkzeug durchgeführt wird.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Boroskop als Inspektionswerkzeug
eingesetzt wird.
- 20

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Komponente einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine, die Kühlkanäle (4) für ein Kühlmedium sowie zumindest 5 eine Inspektionsöffnung (5) aufweist, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird. Die Komponente zeichnet sich dadurch aus, dass die Inspekitionsöffnung (5) derart angeordnet und dimensioniert ist, dass sie gleichzeitig die 10 Funktion einer Staubaustragsöffnung für im Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel erfüllt.

Durch die Kombination einer Staubaustragsöffnung mit einer Inspekitionsöffnung wird eine einfache 15 Inspektionsmöglichkeit geboten, ohne zusätzliche den Wirkungsgrad beeinflussende Öffnungen in der Komponente vorsehen zu müssen. (Figur 1)